

Riikka-Mari Määttä

MAAPERÄN MALLINTAMINEN

MAAPERÄN MALLINTAMINEN

Riikka-Mari Määttä
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Yhdyskuntatekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä(t): Riikka-Mari Määttä
Opinnäytetyön nimi: Maaperän mallintaminen
Työn ohjaaja(t): Vesa Kallio
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015

Sivumäärä: 30 + 1 liite

Maaperän mallintaminen on uusi tietomallintamisen osa-alue, jota pyritään kehittämään ja saamaan käyttöön yhä useammissa projekteissa. Mallintaminen perustuu pohjatutkimuksiin ja niiden perusteella tehtyyn tietomalliin. Tämän insinöörityön tarkoituksena oli selvittää maaperän mallintamisen tilanne Oulun alueen yrityksissä. Työn tavoitteena oli arvioida maaperän mallintamisen tulevaisuutta ja kehittymistä.

Tutkimus tehtiin Oulun seudun ammattikorkeakoululle, tekniikan yksikköön. Tutkimus suoritettiin kyselytutkimuksena. Kysely toimitettiin etukäteen yrityksille sähköisenä, minkä jälkeen järjestettiin tapaaminen Ramboll Finland Oy:lle, Pöyrylle, Wise Group Finland Oy:lle sekä Geobotnia Oy:lle heidän toimitiloissaan.

Kyselytulosten perusteella todettiin, että yleisesti mallintamista on tehty Oulun alueella joissakin pilottikohteissa, mutta maaperän mallintamista vähemmän. Maaperä mallinnetaan vain, jos tilaaja sitä vaatii. Liikennevirasto ajaa infra-alan tietomallintamista eteenpäin ja yrityksissä uskotaan, että tulevaisuudessa mallintaminen yleistyy.

Asiasanat: maaperämalli, tiedonsiirto, tietomalli

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of Municipal Engineering

Author(s): Riikka-Mari Määttä
Title of thesis: Ground Modelling
Supervisor(s): Vesa Kallio
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2015 Pages: 30 + 1
appendic

Modeling of ground is a new sector of information modeling. The modeling of the ground is based on ground surveys and a data model that has been done on the basis of them. The purpose of this engineer work was to clear the situation of the modeling of the ground in the Oulu area. The objective of the work was to estimate the future and development of the modeling of the ground.

The study was conducted to Oulu University of Applied Sciences. The study was performed as a questionnaire survey. The inquiry was delivered beforehand to the companies by e-mail.

The modeling has been made generally in some pilot locations but the modeling of the soil has been done less in the area of Oulu. The soil will be modeled if the subscriber demands, otherwise not. Finnish transport agency develops companies to the information modeling and it is believed that the modeling will be more general in the future.

Keywords: geotechnical model, data transfer, information model

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| TIIVISTELMÄ | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| SISÄLLYS | 5 |
| SANASTO | 6 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 TIETOMALLINTAMINEN INFRA-ALALLA | 8 |
| 2.1 Perinteisen suunnittelun ja mallinnuksen vertailua | 10 |
| 2.2 Tietomalli suunnittelun eri vaiheissa | 13 |
| 2.3 Hyödyt | 14 |
| 2.4 Laadunvarmistus | 14 |
| 2.5 Yleiset inframallivaatimukset YIV2014 | 15 |
| 2.6 Infra FINBIM | 17 |
| 3 MAAPERÄN MALLINTAMINEN | 18 |
| 3.1 Vaatimukset maaperämallille | 19 |
| 3.2 Maaperätietojen hankinnan osapuolet | 20 |
| 3.3 Yhdistelmämalli | 22 |
| 4 MAAPERÄN MALLINTAMINEN OULULAISISSA YRITYKSISSÄ | 23 |
| 4.2 Maaperän mallintamisen käyttötilanne Oulussa | 23 |
| 4.4 Hyödyt | 25 |
| 4.5 Tutkimuksen onnistuminen | 25 |
| 5 YHTEENVETO | 27 |
| LÄHTEET | 29 |
| LIITTEET | 31 |

SANASTO

| | |
|-----------------|--|
| BIM | Building information model |
| InfraBIM | Built Environment Information Model, infrarakenteen tuotemalli |
| LandXML | XML-pohjainen formaatti, jota käytetään yleisesti infran tiedonsiirtoon suunnittelussa |
| Maaperämalli | Maaperän maakerroksia ja kallionpintaa kuvaava kolmiulotteinen malli |
| Tietomalli | Digitaalisessa muodossa olevan rakennelman 3-ulotteista esittämistä ominaisuustietoineen |
| Yhdistelmämalli | Eri tietomalleista yhdistetty tietomalli |
| YIV2014 | Yleiset inframallivaatimukset, kaikki sarjan ohjeista ovat luonnosvaiheessa |

1 JOHDANTO

Liikennevirasto kehittää infrarakenteiden tietomallintamista, jolla tähdätään suunnittelu- ja rakentamisprosessien tuottavuuden parantamiseen. Tietomallintaminen ja erityisesti maaperän mallintaminen on vielä vähäisessä käytössä infra-alalla.

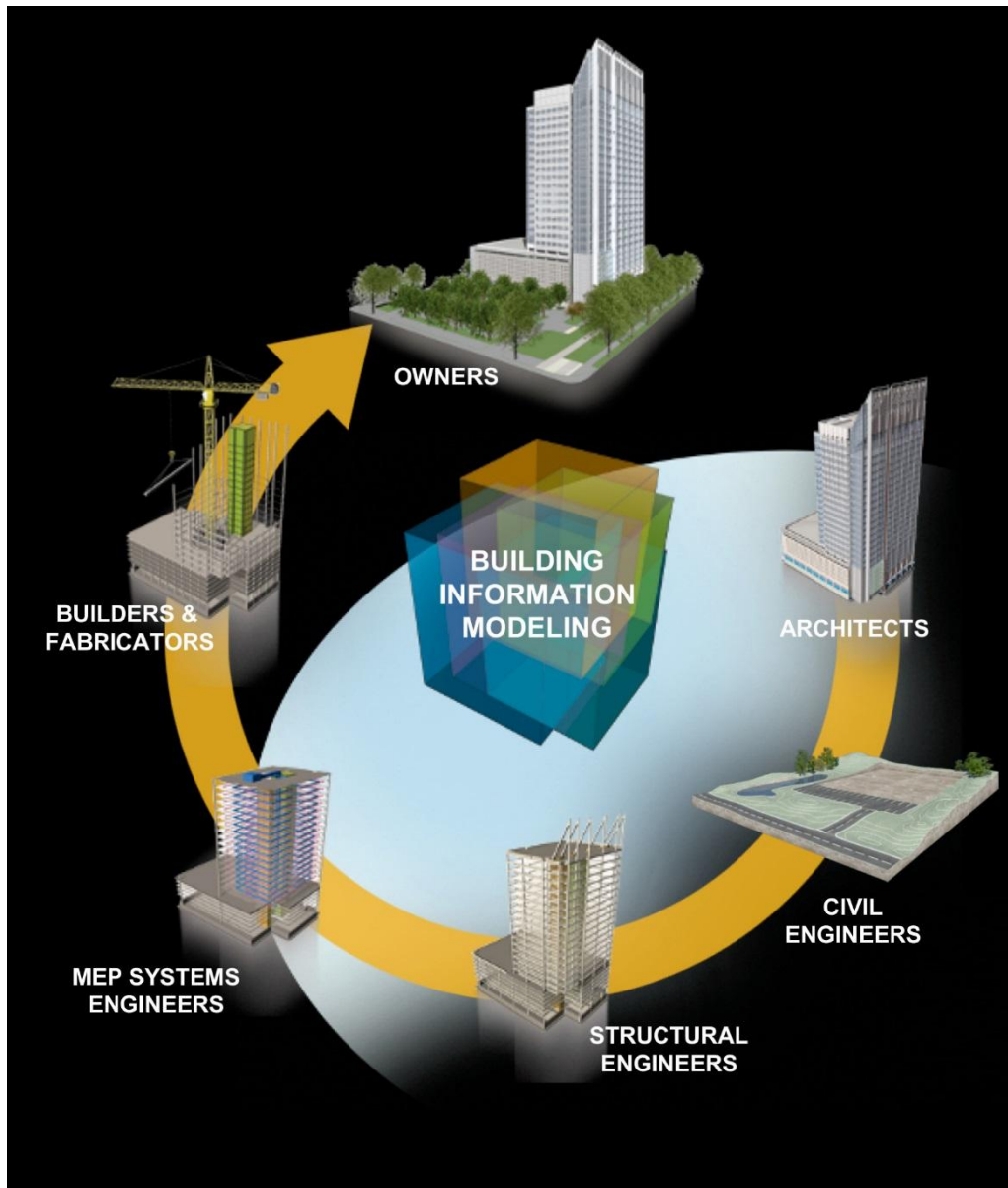
Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Oulun alueen yritysten tilannetta maaperän mallintamisessa. Työssä käydään läpi tietomallintamista yleisesti ja maaperän mallintamista infra-alalla. Maaperän mallintamisesta on vielä vähän tietoa ja ohjeet ovat koekäytössä.

Työ toteutetaan kyselytutkimuksena, jossa haastatellaan neljää eri oululaista yritystä. Nämä olivat Ramboll Finland Oy, Pöyry, Wise Group Finland Oy sekä Geobotnia Oy. Näiden haastattelujen perusteella pyritään saamaan kuva maaperän mallintamisen tilanteesta Oulun alueella.

2 TIETOMALLINTAMINEN INFRA-ALALLA

Tietomallilla infrakohteissa tarkoitetaan koko rakennusprosessin elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta 3-ulotteisena digitaalisessa muodossa. Työn edetessä tietoa kerätään vaiheesta toiseen, jolloin rakentamisesta ja ylläpidosta jää asianmukainen dokumentaatio. (Infra-alan kehitys ja tietomallinnus. 2014.)

Mallipohjaisessa suunnittelussa laaditaan kolmiulotteinen koordinointimalli, johon kootaan yhteen eri tekniikka-alojen suunnitelmat. Kyseistä koordinointimallia voidaan hyödyntää koko suunnittelu- ja toteutusvaiheista ylläpitoon ja purkuvaiheeseen asti. Koska tietomalli sisältää nimikkeistön eri työkohteille, on se enemmän kuin vain kolmiulotteinen kuva. Esimerkiksi kadun tietomallista on koodauksen avulla helppo tunnistaa eri taiteviivat ja rakennekerrokset. Malli mahdollistaa useiden eri tekniikka-alojen suunnittelijoiden yhteistyön varhaisessa vaiheessa hanketta (kuva 1). Infrapuoolella tiedonsiirtoon käytetään LandXML-formaattia. (Leppänen 2013, 4.)



KUVA 1. Hankkeen tietomallin käyttäjät (Sustainable building solution series. 2011)

Tietomallinnuksen täydellinen hyödyntäminen edellyttää tietomalleja tukevien työkalujen käyttöä kaikissa infrarakentamisen työvaiheissa. Kuljettajien työskentelyä ohjaavat kosketusnäytölliset tietokoneet (kuva 2), työkoneissa käytetään satelliittipaikannusta ja työnjohto voi seurata työn etenemistä tablet-tietokoneiden avulla. Nykyaikaiset koneohjausjärjestelmät nopeuttavat, helpot-

tavat, tuovat lisää tarkkuutta ja lisäävät työn tuottavuutta. (Infra-alan kehitys ja tietomallinnus. 2014.)



KUVA 2. Konekuljettajan tietokonenäytön näkymä (Espoon pilottikohteissa hyviä kokemuksia mallintamisesta. 2015)

Hankkeen tiedot eivät sijaitse pelkästään raporteissa ja piirustuksissa vaan mallissa, josta kukin käyttäjä voi valita haluamansa tiedot käyttötarpeensa mukaan. Leikkausten, havainnekuvien, määrä- ja ym. luetteloiden tulostaminen mallista on tarkkaa ja nopeaa. (Leppänen 2013, 4.)

2.1 Perinteisen suunnittelun ja mallinnuksen vertailua

Mallipohjaisen suunnittelun merkittävin uudistus verrattuna perinteiseen suunnitteluun on, että mallipohjaisessa suunnittelussa eri tekniikka-alojen osasuunnitelmat liitetään yhteiseen koordinoitumalliin. Lopputuotteen kokonaisuuden hal-

linta yksinkertaistuu. Perinteisessä suunnittelussa erillistä tietoa siirretään eri toimijoiden, eri ohjelmistojen ja eri rakennusvaiheiden välillä. Tämän takia kertyy helposti päällekkäistä tietoa tai oleellista tietoa jää huomaamatta. Yhteisen koordinoitumallin ansiosta voidaan mm. tutkia erilaisten pintamateriaalien tai kalusteiden vaikutuksia kadun yleisilmeeseen. (Leppänen 2013, 9.)

Havainnollisesta mallista saa nopeasti yleiskuvan suunniteltavasta kohteesta, vaikka teknisten piirustusten lukemisesta kokemusta ei olisikaan. Mallissa on myös simulointimahdollisuus, mikä tarkoittaa sitä, että mallissa voi liikkua. Suunnitelman ei tarvitse olla valmis, suunniteltavaa ympäristöä on silti mahdollista kokeilla. Taulukossa 1 näkyvät erot perinteisen ja mallipohjaisen suunnittelun välillä. (Leppänen 2013, 9.)

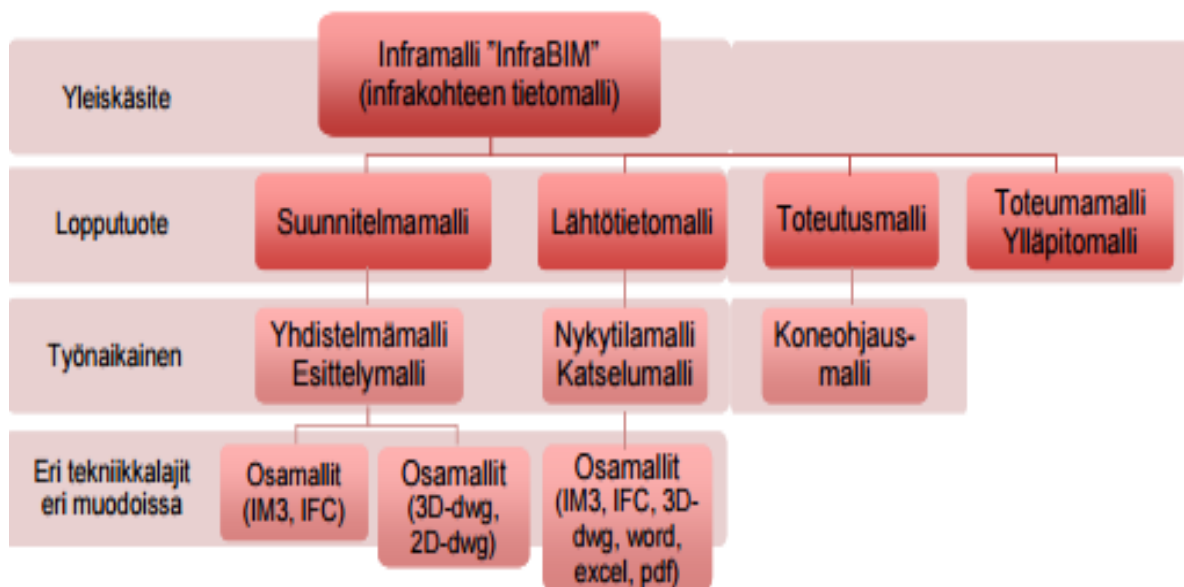
TAULUKKO 1. Perinteisen ja mallipohjaisen suunnittelun vertailua (Leppänen 2013, 12)

| | Dokumenttipohjainen suunnittelu | Koordinointimalli |
|----------------------------------|--|---|
| Lähtötiedot | Koko tietoaainestoa on haastavaa kerätä yhteen | Kaikki lähtötiedot ovat samassa mallipohjassa |
| Yhtenäinen suunnitelma | Muiden suunnittelijoiden korjauksia on vaikea havaita ajoissa | Mallin reaaliaikainen päivityminen – Suunnittelun vaatimukset kasvavat |
| Virheiden tulkitseminen | Ihminen tulkitsee – korkeat kustannukset – virheet saattavat jäädä huomaamatta | Malli tulkitsee + tehokkaampi + virheet havainnoidaan paremmin |
| Dokumenttien yhdistäminen | Eri tarpeisiin omat dokumentit Esitysmuoto usein 2D Tekniikkalajien yhdistäminen haastavaa | Mallia voidaan suoraan hyödyntää Voidaan esittää 2D:ssä että 3D:ssä Tekniikkalajit voidaan yhdistää |
| Tiedon elinkaari | Katkeaa arkistoon Uusiin projekteihin uusi tiedonkeruu | Siirrettävissä eteenpäin Voidaan hyödyntää lähtöaineistona uusissa projekteissa |
| Tiedonsiirto työmaalle | Paperille tulostaminen | Sähköinen siirto + paperiversio |

2.2 Tietomalli suunnittelun eri vaiheissa

Lähtötietomalli ja sen sisältö ovat pääsääntöisesti koko ajan samat riippumatta siitä, mikä infrahankkeen suunnitteluvaihe on meneillään. Eri suunnitteluvaiheissa eri lähtöaineistot ovat kumminkin painoarvoltaan tärkeämpiä kuin toiset. Kuvassa 3 näkyvät tietomallinnuksen peruskäsitteet infra-alalla sekä tiedonsiirtoformaattit. (Virtanen 2012, 6.)

Esimerkiksi tiehankkeen esisuunnitteluvaiheessa lähtötietomallin lähtöaineisto korostuu pääosin temaattisiin lähtöaineistoihin, eli kartta-, kaava- ja paikkatietoaineistoihin. Maastomalliaineistoa ei tässä vaiheessa pakosti vielä tarvita. Tiehankkeen tiesuunnitteluvaiheessa puolestaan pääpaino on niillä aineistoilla, joilla on arvoa kyseisen tien teknisen suunnittelun kannalta: maastomalli- ja maaperäaineistolla ja suunnittelualueella sijaitsevilla rakenteilla. (Virtanen 2012, 6.)



KUVA 3. Infra-alalla tietomallinnuksen peruskäsitteet ja tiedonsiirtoformaattit (Kylmä 2015, 22)

2.3 Hyödyt

Mallinnuksella tavoiteltavat hyödyt voidaan jakaa neljään kohtaan. Nämä ovat tiedon jälleenkäyttöarvo, suunnittelun laadunvarmistus, vuoropuhelu ja suunnitelmien havainnollistaminen sekä työmaaprosessien tehostaminen. (Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. 2014, 10.)

Tiedon jälleenkäyttöarvolla tarkoitetaan tiedon siirtymistä suunnitteluvaiheesta toiseen (hukan ja uudelleen tekemisen minimointi), tiedon jälleenkäyttöä hankinnassa (nopeuttaa ja helpottaa tilaajien ja palveluntuottajien perehtymistä hankkeeseen), tiedon siirtymistä suunnittelusta rakentamiseen sekä tiedon hyödyntämistä omaisuuden hallinnassa (ylläpitomallit). Suunnittelun laadunvarmistuksessa huomataan suunnitteluvirheet ja yhteensopivuusongelmat helpommin. (Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. 2014, 10.)

Vuoropuhelu ja suunnitelmien havainnollistamisella tarkoitetaan sitä, että asiantuntijoiden välinen vuorovaikutus ja päätöksenteko tehostuvat sekä virtuaalimallit parantavat suunnitelmien ymmärrettävyyttä. Työmaaprosessien tehostaminen sisältää rakentamistyön suunnittelun ja ohjauksen tehostumista sekä rakentamistyön tuottavuuden parantamista koneautomaatiolla. (Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. 2014, 10.)

Tietomallien avulla suunnitelmien ymmärrettävyys paranee, tilaaja saa laadukkaampia ja edullisimpia tarjouksia sekä palveluntuottajan riski pienenee. Tietomallissa esitettävät rakennuskohtaiset laatuvaatimukset kohentavat tilaajan mahdollisuuksia rakentamisen laadun toteamiseen. (Niskanen 2014, 7.)

2.4 Laadunvarmistus

Tehdyt inframallit tulee tarkistaa koko suunnitteluprosessin ajan, jotta voidaan varmistaa aineiston yhteensopivuus, tietotekninen kelpoisuus ja kattavuus. Laadunvarmistuksessa on mahdollista käyttää sekä visuaalisia että teknisiä menetelmiä. Inframallin laadunvarmistus ei korvaa tavallista suunnitelman laadunvarmistusta. Sen avulla tulee todeta suunnitelman laatu muilta osin kuten

tekninen ja ympäristöllinen kelpoisuus, mitoitus ja ohjeidenmukaisuus. Suoritetut inframallin laadunvarmistustoimenpiteet dokumentoidaan samalla tavalla kuin muukin suunnitelmadokumentaatio itselle luovutuksessa. Inframallin laadunvarmistusasiakirja saa olla erillinen dokumentti tai osa laadunvalvonnan lopputuloksena laadittua allekirjoitettua itselle luovutus – dokumenttia. (Tie-hankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. 2014, 18.)

2.5 Yleiset inframallivaatimukset YIV2014

Yleiset inframallivaatimukset ovat vielä luonnoksia, ne tulevat sisältämään 11 teknisiä vaatimuksia koskevaa asiaa. Yleisissä inframallivaatimuksissa kerrotaan vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle.

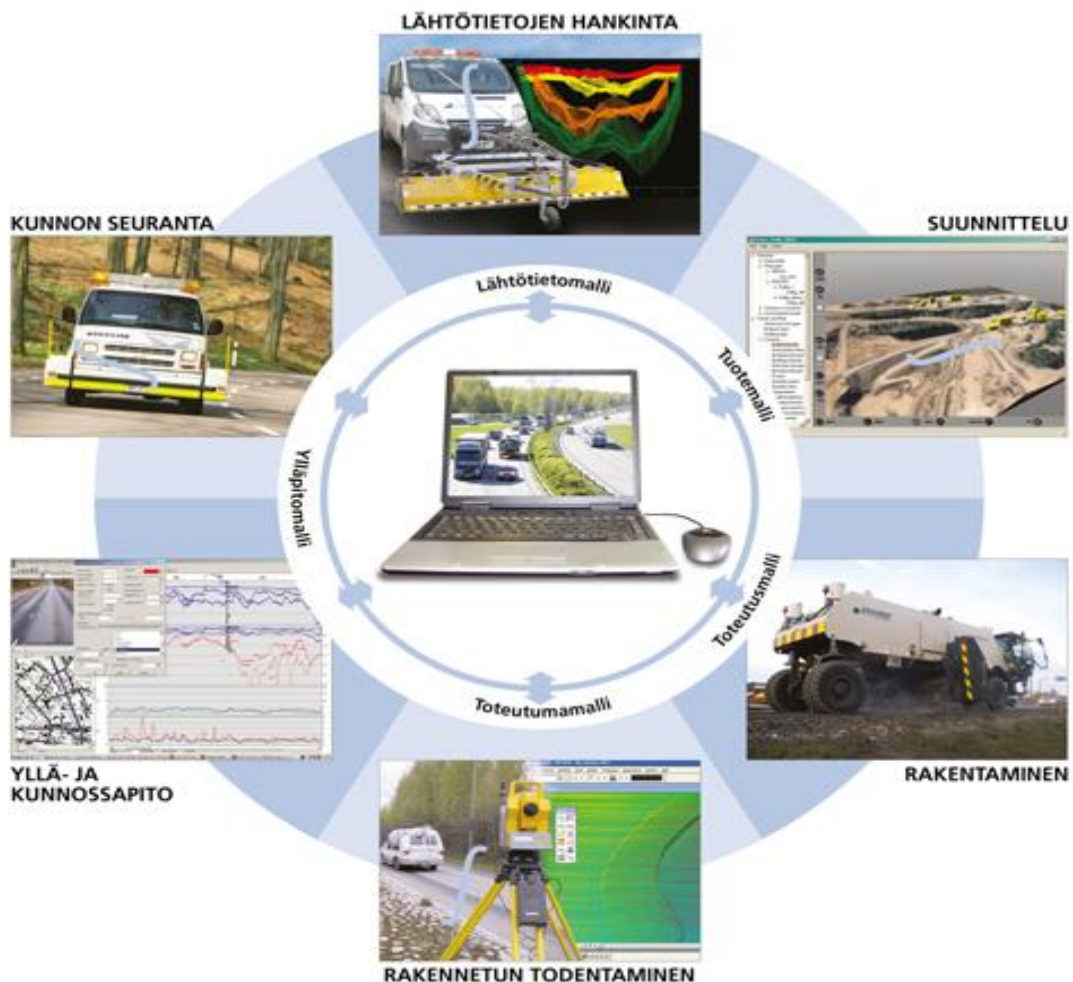
YIV2014:ssä käsitellään lähtötietoja, rakennemalleja, laadunvarmistusta, kustannusarviota ja määrälaskentaa, havainnollistamista ja visualisointia sekä tietomallipohjaisen hankkeen johtamista (taulukko 2). (Kylmälä 2015, 24.)

TAULUKKO 2. YIV2014:n osat ja sisältö (Kylmä 2015, 25)

| OSA | Osan nimi | Sisältö |
|-----|---|---|
| 1 | Tietomallipohjaisen hankkeen johtaminen | Käsittelee tietomallihankkeen johtamisen kannalta suunnittelua, tavoitteita ja käyttötarkoituksia, kuvaa tietomallipohjaista prosessia sekä siihen liittyviä tietomalliselostusta sekä tietomallin sisältöä. Lisäksi se käsittelee määrä- ja kustannuslaskentaa sekä mallin hyödyntämisen periaatteita eri hankevaiheissa. |
| 2 | Yleiset vaatimukset | Käsittelee tietomallinnuksen päätavoitteita sekä kuvaa yleisesti tietomallipohjaisen hankkeen perusasiat ja käsitteet. Lisäksi tarkoitus on antaa ohjeet ja vaatimukset eri hankevaiheisiin tietomallin tuottamiseen ja hyödyntämiseen |
| 3 | Lähtötietojen vaatimukset; lähtötilamallit | Käsittelee lähtöaineiston hankkimista, harmonisointia sekä niiden laatua dokumentoinnissa ja laadunvarmistuksessa. |
| 4 | Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa | Kuvaa vaadittavat malliaineistot eri tekniikkalajeittain hankkeen eri suunnitteluvaiheissa (esi-, yleis-, tie-, katu- ja ratasuunnitelmassa). Lisäksi kerrotaan yleisiä perusasioita ja käsitteitä mallintamisesta. |
| 5 | Rakennemallit; Osamallit (tekniikkamallit), maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällyys- ja pintarakenteet ja maarakennustöiden toteutusmallin laadintaohje | Kuvaa tie-, katu- ja ratarakenteiden rakennemallien sisällön, formaatin ja dokumentoinnin hankkeen eri suunnitteluvaiheissa, sekä erityisesti toteutusmallin tarkkuusvaatimukset rakennussuunnitteluvaiheissa. |
| 6 | Rakennemallit; Osamallit (tekniikkamallit), järjestelmät (RO nimikkeet 3000) | Kuvaa tie-, katu- ja rataväylien sekä -alueiden varustevaatimukset rakennus-suunnitteluvaiheissa, kuten vesihuollon järjestelmien (kaivot, putket) ominaisuustiedot sekä sijainnin esittämistavan. |
| 7 | Rakennemallit; Osamallit (tekniikkamallit), rakennustekniset rakennusosat (RO nimikkeet 4000) | Kuvaa infrahankkeissa käytettävien rakennusteknisten rakenneseosten tietomallien sisällön hankkeen eri suunnitteluvaiheissa, kuten siltojen perustus- ja tukirakenteet. Esitystapa on taulukoitu helpolukuisiksi. Lisäksi käsitellään lyhyesti tietomallinnusta hankkeen eri vaiheissa sekä kuvataan yleisesti tietomallipohjaisen hankkeen perusasiat ja käsitteet. |
| 8 | Inframallien laadunvarmistus | Kertoo laadunvarmistuksesta eri toimijoiden näkökulmista ja lähtötietomallin sekä suunnitelmamallin tarkastamisesta eri suunnitteluvaiheissa. Lisäksi liitteenä on tarkastuslomakkeet hankkeen eri vaiheen malleille. |
| 9 | Määrälaskenta, kustannusarvio | Kuvaa määrälaskennan vaatimuksia infran tietomalleille, määrälaskentaa ja kustannusarvioita hankkeen eri vaiheissa sekä määrälaskennan prosessia. Ohjeen alussa määritellään mallinnuksen eri termejä. Mallinnuksen kehittyessä koko alan yleiseksi toimintatavaksi hankeosalaskennasta voitaisiin luopua kokonaan siirryttäessä yhä aikaisemmassa vaiheessa mallipohjaiseen määrälaskentaan. |
| 10 | Havainnollistaminen | Käsittelee mallin teknistä ja esittävää havainnollistamista hankkeen eri vaiheissa (esi-, yleis-, tie-, rata-, katu-, rakennussuunnittelu sekä rakentamisen ja ylläpidon aikana). |
| 11 | Tietomallin hyödyntäminen eri suunnitteluvaiheissa, infran rakentamisessa sekä infran käytössä ja ylläpidossa | Tekeillä, sisältö ei vielä julkaistu Internetissä |

2.6 Infra FINBIM

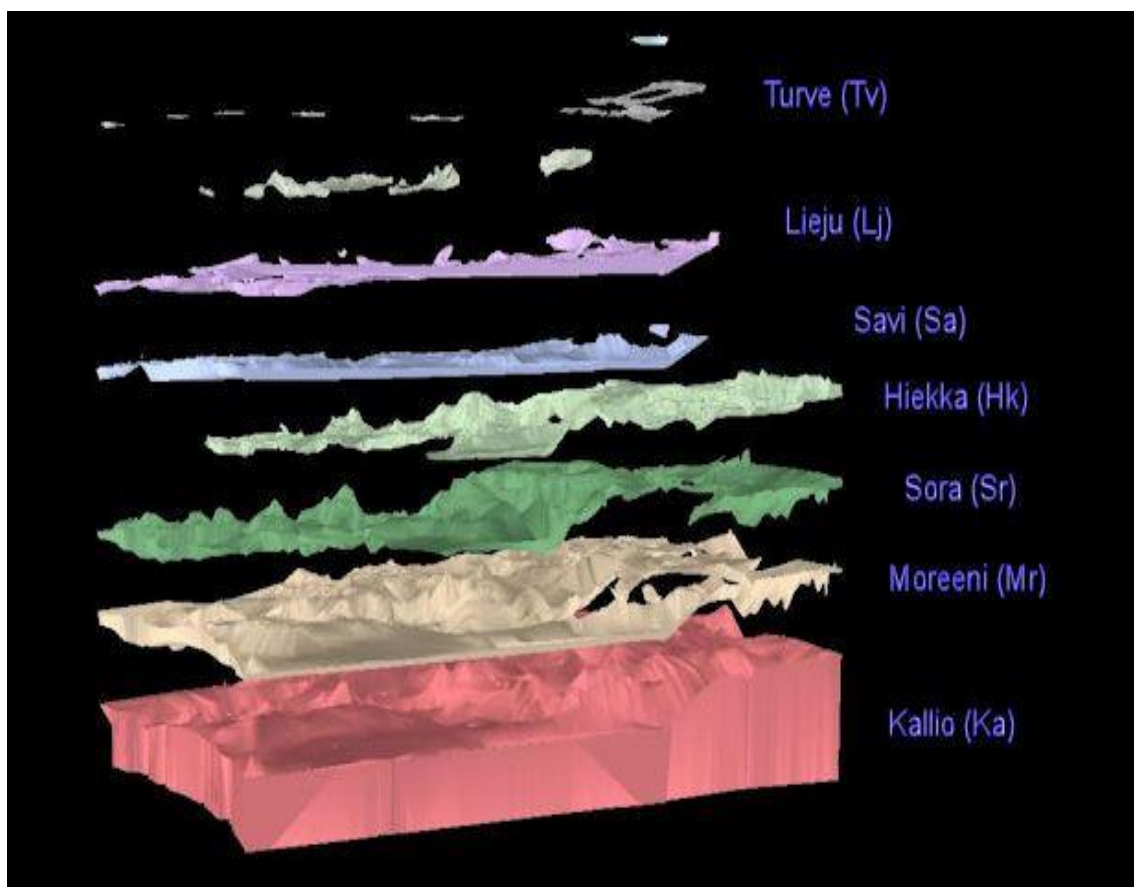
Infra FINBIM on vuonna 2010 käynnistetty hanke, jonka visiona oli, että vuonna 2014 infranhaltijat tilaavat pääsääntöisesti tietomallipohjaisia palveluja. Tähän saakka tilaajan mahdollisuuksia ja työkaluja BIM:n suhteen on toisaalta tutkittu ja kehitetty melko vähän. Liikennevirasto on käynnistänyt monia pilotteja, joissa on paneuduttu tähän ongelmaan. Merkittävä havainto on ollut, että ala on valmis vastaanottamaan uuden tekniikan ja toimintatavat. Tärkeää onkin nyt jatkaa kehitystyötä ja jalkauttaa se laajasti läpi toimialan. Kuten kuvasta 4 näkee, tietomallia käytetään koko elinkaaren ajan. (Rauhala 2015, 15.)



KUVA 4. Tietomallin käyttö elinkaaren ajan (Tietomallintaminen uudistaa infra-alan. 2014)

3 MAAPERÄN MALLINTAMINEN

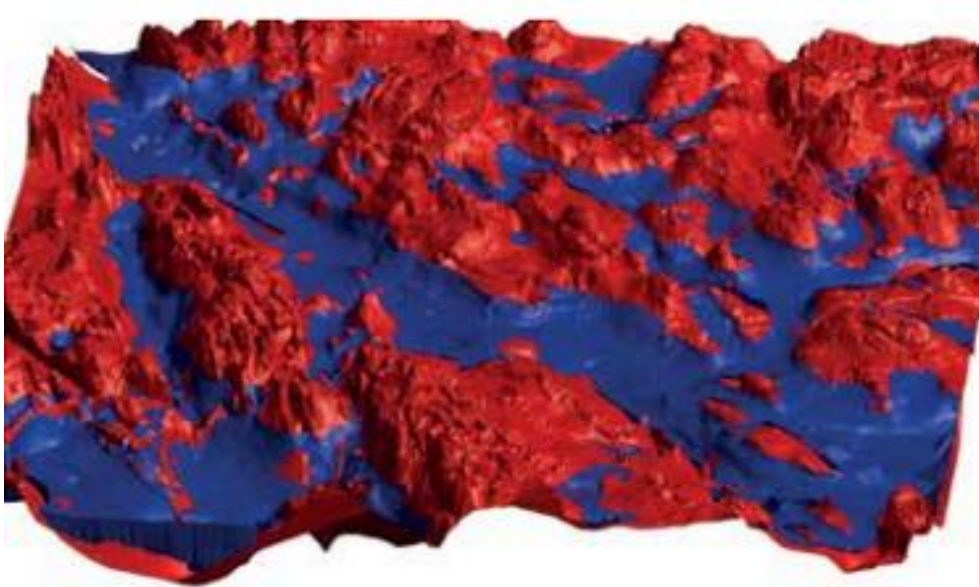
Maaperämalli kuvaa maanpinnan alapuolisia maalajirajoja ja kallionpintaa (kuva 5). Maaperän maalajirajat ja kallionpinta koostuvat kolmioiduista pisteistä ja viivoista. Maalajirajat ja kallionpinta tulkitaan lähtötietomalliin esimerkiksi Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) maaperäkartan, suunnittelualueella suoritettavien maaperä- ja laboratoriotutkimusten avulla. On tärkeää muistaa, että maaperämalli perustuu tulkintaan, eikä se ole täysin tarkkaa tietoa. (Virtanen 2012, 21.)



KUVA 5. 3D-maaperämalli (3D-maaperämalli)

Elementteinä maaperän mallintamisessa ovat epäjatkuvuuspinnat, jotka rajavat yhtäjaksoista maa- tai kalliomassaa. Kallion pinta on tyypillisin epäjatkuvuuspinta. Muina pintoina pystytään esittämään esim. kantava pohja, saven alapinta ja moreenin yläpinta. Pintojen lisäksi malleissa on mahdollista esittää

materiaaliominaisuuksia ja niiden vaihtelua, esim. saven painumaominaisuudet. Malleihin liittyy oleellisesti epävarmuus, jonka aiheuttavat virheet ja epätarkkuus tutkimuksissa, tutkimuspisteiden vähäinen määrä ja virheet tulkinnessa. Kuvassa 6 on mallinnettu saven alapinta sinisellä ja punaisella kallion pinta. (Ikävalko 2015, 11.)



KUVA 6. Mallinnettu saven alapinta ja kallion pinta (Ikävalko 2015, 11)

Tiesuunnitelmassa mallinnetaan tutkimustietoihin perustuen avokalliohavainnot, kallionpinta, maalajikerrokset pohjanvahvistuskohteissa sekä pohjaveden pinta hankekohtaisesti, jos sen korkeudesta on tarpeeksi tietoa tarjolla. Rakennussuunnitelmavaiheessa mallinnetaan tutkimustietoihin perustuen avokallio- ja kallionpinta, tulkitut maalajikerrosten pinnat sekä pohjaveden pinta, mikäli sen korkeudesta on tarpeeksi tietoa. (Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. 2014, 22.)

3.1 Vaatimukset maaperämallille

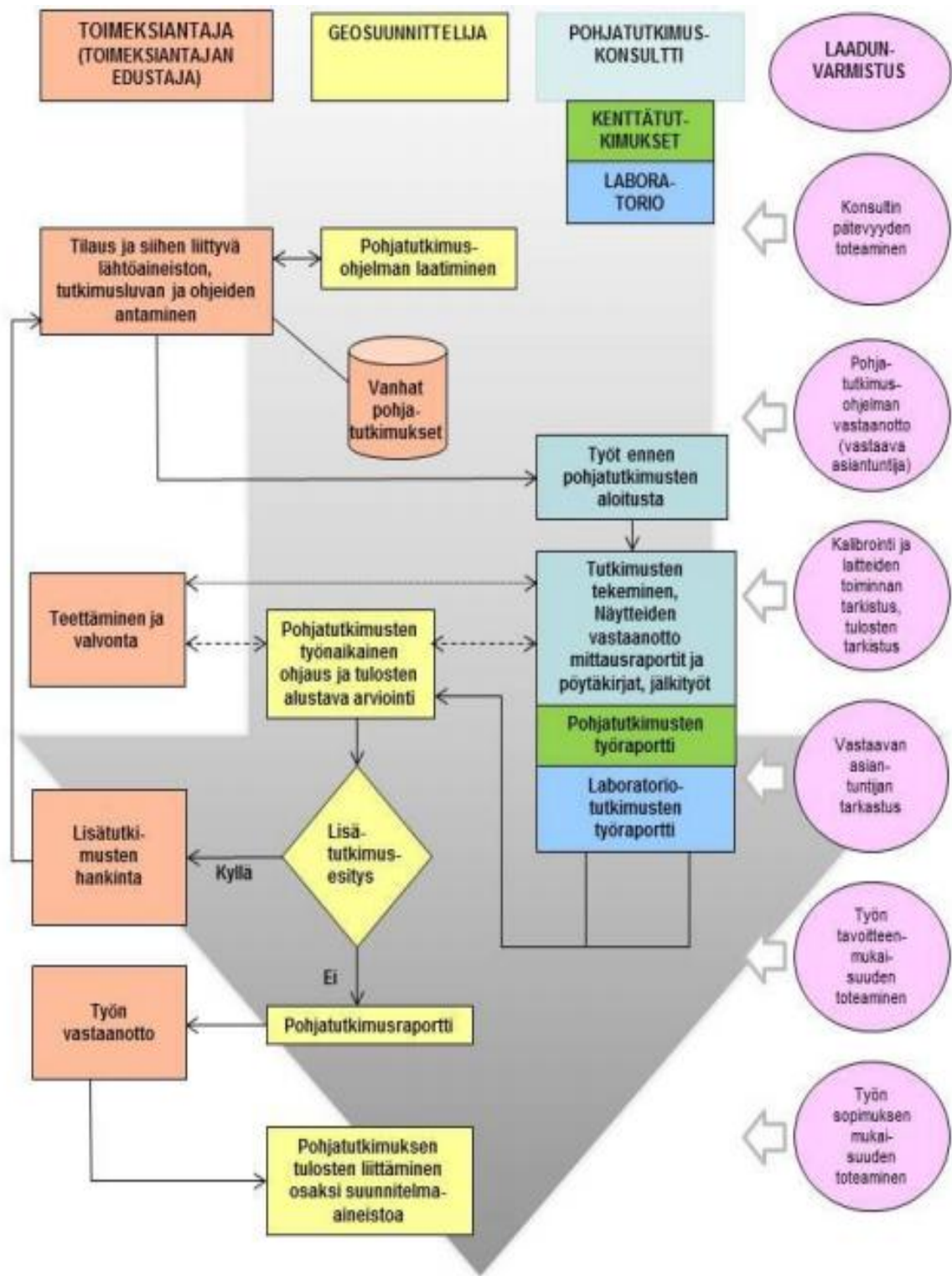
Mallinnusvaatimuksia tarvitaan yhteisiksi pelisäännöiksi kaikille infrahankkeen osapuolille. Tietomallintaminen on osapuolille uusi toimintatapa, joten tärkeää on vaatimusten täsmällinen määrittely, joka helpottaa kaikkien osapuolten toi-

mintaa. Yhteisiin vaatimuksiin sisältyy myös nimikkeistöt ja käsitteet. (Mäkelä-Serén 2011.)

Pohjatutkimuksia on tehtävä suunnittelun eri vaiheissa siten, että tutkimusten tarkkuus vastaa jokaisen suunnitteluvaiheen vaatimuksia. Jotta kairauksia olisi tarpeeksi, tulisi niitä olla noin 50 metrin välein. Maaperämallille tulee tarkastustoimenpiteinä suorittaa visuaaliset tarkistukset, kolmioinnin tarkistus, leikkausten läpikäynti ja vertailu kairauksiin, korkeus- ja syvyyskäyrien muodostus ja tarkistus sekä maalajirajapintojen ja kalliopinnan rajapintojen törmäys- ja leikkaustarkastelut. (Virtanen 2012, 11.)

3.2 Maaperätietojen hankinnan osapuolet

Maaperätietojen ja pohjatutkimusten tuottamisessa keskeiset osapuolet ovat toimeksiantaja, pohjatutkimuskonsultti ja geosuunnittelija. Toimeksiantaja vastaa toimeksiannon määrittelystä, hankkimisesta sekä hyväksymisestä. Toimeksiantaja voi olla itse tilaaja tai tilaajan valtuuttama konsultti. Pohjatutkimuskonsultti on tutkimusten tekijä, joka vastaa tutkimusten tekemisestä ja tuottamiensa tulosten paikkansa pitävyydestä toimeksiantonsa mukaisesti. Geosuunnittelija laatii pohjatutkimusohjelman ja vastaa sen tavoitteiden saavuttamisen arvioinnista ja raportoinnista tilaajalle. Geosuunnittelija voi toimia toimeksiantajana sekä geosuunnittelija laatii maaperämallin. Prosessikaavio pohjatutkimuksista havainnollistaa myös osapuolten tehtäviä kuvassa 7. (Geotekniset tutkimukset ja mittaukset. 2015, 9.)



KUVA 7. Prosessikaavio pohjatutkimuksesta (Geotekniset tutkimukset ja mittaukset. 2015, 10)

3.3 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämalli on yhdistelmä lähtötieto- ja suunnittelumalleista, koottuna 3D-navigointiin soveltuvalla katselutyökalulla. Yhdistelmämalli näyttää kaikki mallit yhdessä tiettynä suunnittelun ajankohtana. (Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. 2014, 31.)

Yhdistelmämallissa voidaan tarkastella eri suunnitelman osien yhteensopivuutta ja varmistua suunnitelman oikeellisuudesta. Mallia käytetään yhteensopivuuden tarkistamiseen eri suunnitelmamallien rakenteiden välillä sekä nykyisten ja suunniteltujen rakenteiden välillä. Yhdistelmämallia käytetään tarkistamaan myös, että suunnitellut rakenteet sopeutuvat maaston pintaan ja maaperäkerrokseen. Esimerkki tiesuunnitelmavaiheen yhdistelmämallista, johon on suodatettu suunniteltujen väylien ajoradat sekä suunniteltujen rakenteiden ulkopinnat, on esitetty kuvassa 8. (Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. 2014, 31.)



KUVA 8. Tiesuunnitelmavaiheen yhdistelmämalli (Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. 2014, 32)

4 MAAPERÄN MALLINTAMINEN OULULAISISSA YRITYKSISSÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Oulun alueen tietomallinnusta käyttävien yritysten tilanne maaperän mallintamisen suhteen. Tutkimus toteutettiin kyselytutkimuksena.

Valituille yrityksille toimitettiin sähköisenä versiona kysely maaperän mallintamisesta, kysely löytyy liitteestä 1. Tämän jälkeen sovittiin tapaaminen heidän toimitiloissaan. Yritykset olivat saaneet etukäteen tutkia kyselyä ja miettiä mahdollisia vastauksia. Tapaamiseen käytettiin aikaa 0,5-1 h jokaisessa kohteessa. Kyselytutkimukseen osallistuneet yritykset olivat Ramboll Finland Oy, Geobotnia Oy, WSP Finland Oy sekä Pöyry. Opinnäytetyössä tulokset käydään läpi anonymisti.

Kyselyssä haluttiin selvittää seuraavia asioita:

- Ovatko yritykset käyttäneet maaperän mallintamista?
- Mitä ajatuksia mallintaminen yleensä yrityksissä herättää?
- Millaisia hyötyjä mallintamisessa on huomattu?
- Löytyykö mallintamisesta haittoja?
- Miten tilaaja suhtautuu mallintamiseen?
- Vastaavatko työvälineet ja ohjelmat käytännön tarpeita?

4.1 Maaperän mallintamisen käyttötilanne Oulussa

Kyselytuloksista havaittiin, että jokainen yritys oli tuottanut maaperän mallintamista. Useimmiten mallinnettu oli pelkkä maanpinta, kallionpinta ja pehmeän maakerroksen rajapinta. Muita kerroksia ei useinkaan ollut mallinnettu, vaan X:t mallinnettiin ainoastaan tilaajan vaatiessa. Suurimmissa kohteissa, kuten teollisuus- ja patosuunnitelmissa, tilaaja on vaatinut mallinnusta ja se on toteutettu.

Yritysten mielestä mallintaminen parantaa suunnitelmien tarkkuutta. Samalla suunnitelmien muokkaus helpottuu, vertailu eri vaihtoehtojen välillä on nopeampaa sekä risteämätarkastelut helpottuvat. Haittoina he näkivät sen, että maape-

rän mallintaminen on tällä hetkellä työlästä. Maaperän mallintamisen luotettavuus oli myös yksi haittapuoli. Luotettavuudella tarkoitettiin sitä, että jos pohjatutkimuksia toteutetaan vähäinen määrä, arvioitu kallionpinta tai pehmeikön raja-
jaus pitäisi saada varustettua arvion mukana kulkevalla metatiedolla niin, ettei kyseistä tietoa tulkita jossain myöhemmässä suunnitteluvaiheessa luotettavampana faktana kuin se todellisuudessa on.

Vaatimuksena maaperän mallintamisen lähtötiedoille on riittävä määrä pohjatutkimuksia noin 50 metrin välein. Jokaisessa yrityksissä nousi esiin se, että tällä hetkellä pohjatutkimuksia tehdään liian vähän. Kun pohjatutkimusten määrää nostetaan, nousevat kustannukset, ja usein tällaisissa tilanteissa tilaaja ei ole varautunut lisäkustannuksiin.

Kyselytutkimuksessa kävi ilmi, että yrityksissä käytettiin eri mallinnusohjelmia. Näitä olivat AutoCAD Civil 3D, Novapoint ja 3D-win. Kuitenkin vastaajat kokivat, että ohjelmat vastaavat käytännön tarpeita. Käytännössä kairauspisteet tulkitaan, minkä jälkeen kolmioverkot lisätään maastotietokantaan ja koordinaattori luo mallin.

Maaperän mallintamiselle ei ole tällä hetkellä olemassa valmista ohjetta. Ohjeet, joita on olemassa, ovat vielä luonnoksia ja koekäytössä olevia. Muutamassa yrityksessä nousi esiin kysymys siitä, onko tiedonsiirtoformaatti tulevaisuudessa sama kuin tällä hetkellä. He itse vastasivat kysymykseen, että todennäköisesti ei.

Kyselyn perusteella voidaan todeta, että maaperän mallintaminen on Oulun alueella vielä melko vähäisessä käytössä. Haastateltavat yritykset kokivat mallintamisen samalla tavalla. Heidän mielestään mallintamisen myötä kasvavat työmäärät tulisi tilaajan huomioida kustannuksissa ja mallin tarkkuus riippuu pohjatutkimuspisteiden tiheydestä.

Yritykset kokivat, että alalla ollaan siirtymässä enemmän mallintamiseen päin. Suurissa hankkeissa mallintamista tehdään, mutta pienimmissä ei ole tarvetta

mallintamiselle, myöskään tilaajat eivät vaadi pienempien urakoiden mallintamista, kuten tien perusparantamisen mallintamista.

Mallintamisessa käytettävät ohjelmat olivat yritysten mielestä hyviä, toki niissäkin löytyi ongelmia. Kaikille toiminnoille ei esimerkiksi ollut oikeaa komentoa, joten asioita täytyi soveltaa, jotta mallista saatiin oikean näköinen. Myös tiedonsiirtoformaattiin suhtauduttiin varauksella. Yritykset uskovat, että tiedonsiirtoformaatti ei tule olemaan tulevaisuudessa sama kuin tällä hetkellä.

4.2 Hyödyt

Hyödyt maaperän mallintamisessa ovat suuret, ajatellen säästöjä kustannuksissa ja työmäärässä tulevilla työvaiheilla. Haittoina kyselyyn vastanneet yritykset näkivät lisääntyvän työmäärän.

Maaperän mallista on helppo huomata risteämäkohdat. Esimerkiksi, jos putket risteävät jossain kohdassa keskenään, se on helppo korjata ennen rakennusvaihetta. Jos ongelma huomataan vasta rakentaessa, kustannukset kohoavat ja aikaa kuluu.

Yritykset kokivat, että mallintamisen myötä suunnitelmien tarkkuus paranee ja niiden muokkaus on helpompaa. Lisäksi suunnitelmien vertailu eri vaihtoehtojen välillä on nopeampaa. Tulevissa rakennusvaiheissa säästetään paljon aikaa, kun maaperän malli on toteutettu kunnolla.

4.3 Tutkimuksen onnistuminen

Yritykset suhtautuivat toteutettavaan kyselyyn alun vaiisuuden jälkeen hyvin ja olivat yhteistyöhaluisia. Sopiva aika löytyi helposti kaikkien kalenterista. Suunnitelmien mukaan haastateltavia yrityksiä oli viisi, mutta yhtä yritystä ei tavoitettu tutkimukseen mukaan.

Osa yrityksistä oli jakanut kyselyn useammalle työntekijälle ja näin saatiin useamman kuin yhden henkilön näkemys kyseisen yrityksen tilanteesta. He olivat kiinnostuneita myös kuulemaan opinnäytetyöstä enemmän.

Kyselyn tuottaminen ja suorittaminen eivät olleet hankalia toteuttaa juuri yritysten hyvän yhteistyön takia. Kyselytutkimus oli mainio tapa suorittaa tutkimus ja henkilökohtainen vierailu yrityksissä parempi vaihtoehto kuin pelkkä sähköpostilla viestittäminen. Keskustellessa kasvotusten sai enemmän irti aiheesta ja pääsi näkemään kuvia projekteista, joissa maaperän mallintamista oli hyödynnetty. Kuvia ei ollut mahdollista saada opinnäytetyöhön materiaaliksi ilman tilaajan lupaa.

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli selvittää Oulun alueen tilannetta maaperän mallintamisessa. Työ toteutettiin kyselytutkimuksena neljässä eri yrityksessä. Työ tehtiin Oulun ammattikorkeakoululle. Kysely lähetettiin yrityksille sähköpostilla. Sen jälkeen sovittiin tapaaminen yritysten toimitiloissa ja käytiin kysely läpi kasvotusten.

Infra-alalla tietomallintaminen yleistyy koko ajan enemmän ja Liikennevirasto kannustaa alaa tietomallintamiseen päin. Tietomalli on koko rakennusprosessin elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus 3-ulotteisena digitaalisessa muodossa. Perinteiseen suunnitteluun verrattuna mallipohjaisessa suunnittelussa saadaan eri tekniikka-alojen osasuunnitelmat liitettyä yhteiseen koordinoitumalliin. Tavoiteltavat hyödyt ovat tiedon jälleenkäyttöarvo, suunnittelun laadunvarmistus, vuoropuhelu ja suunnitelmien havainnollistaminen sekä työmaaprosessien tehostaminen.

Maaperämalli kuvaa maalajipintoja sekä kallionpintaa. Maalajirajat ja kallionpinta koostuvat kolmioiduista pisteistä ja viivoista. Ne pystytään toteuttamaan, jos lähtötietoja eli kairauksia on suoritettu tarpeeksi paljon. Epävarmuus liittyy malleihin vähäisten tutkimuspisteiden määrän takia tai tulkinnassa sattuneiden virheiden takia. Maaperätietojen tuottamisessa keskeiset osapuolet ovat toimeksiantajana, pohjatutkimuskonsultti ja geosuunnittelija.

Oulun alueen yritykset ovat tuottaneet pilottiprojekteissa maaperän mallintamista, mutta melko vähäisessä määrässä. He kokevat sen positiivisena, vaikkakin työläänä. Tilaajat vaativat maaperän mallintamista vain harvoin. Kustannukset nousevat lisääntyvän työmäärän takia. Etelä-Suomessa maaperän mallintamista tuotetaan enemmän kuin Pohjois-Suomessa. Tilanteen odotetaan kuitenkin kehittyvän enemmän mallintamiseen päin myös Oulun alueella. Suurena hyötynä yritykset näkivät maaperän mallintamisessa eri suunnitelmien risteävyystarkastelut sekä sen, että suunnitelmien tarkkuus paranee ja muokkaus on helpompaa.

Työssä saatiin selville, missä tällä hetkellä Oulun alueen yritykset menevät maaperän mallintamisessa ja mikä on tulevaisuuden näkymä kyseisellä osa-alueella. Yritykset olivat yhteistyöhaluisia ja jokaisen kanssa oli helppo sopia tapaaminen kyselyn toteuttamiseen. Liikennevirasto on suurin mallintamiseen kannustava taho.

LÄHTEET

Espoon pilottikohteissa hyviä kokemuksia mallintamisesta. 2015. InfraBIM. Saatavissa: <http://www.infrabim.fi/espoo-kiristaa-mallinnusvaatimuksia-asteittain/>.

Hakupäivä 10.3.2015.

Geotekniset tutkimukset ja mittaukset. 2015. Liikennevirasto. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/urakoitsijat_suunnittelijat/konsultiteil-le/tekninen_osaaminen/Geotekniset_tutkimukset_ja_mittaukset_lausuntoversio%2012012015.pdf. Hakupäivä 26.3.2015.

Ikävalko, Ossi 2015. Maa- ja kallioperämallit. Geofoor, nro. 43. S. 11.

Infra-alan kehitys ja tietomallinnus. 2014. Konepörssi. Saatavissa: <http://www.koneporssi.com/uutiset/infra-alan-kehitys-ja-tietomallinnus-bim/>. Hakupäivä 9.3.2015.

Kylmälä, Annukka 2015. Tietomallien hyödyntäminen tien yleissuunnittelussa. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2015-03_tietomallien_hyodyntaminen_web.pdf. Hakupäivä 9.3.2015.

Leppänen, Touko 2013. Tietomallinnus infra-alalla. Insinööritoimisto. Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala.

Mäkelä, Harri – Serén Kalle 2011. INBIM mallinnusvaatimukset. Saatavissa: http://www.rts.fi/infrabim/INBIM_mallinnusvaatimukset270111.pdf. Hakupäivä 25.3.2015.

Niskanen, Jari 2014. Yleiset inframallivaatimukset YIV2014. Saatavissa: http://infrabim.fi/luonnokset/YIV2014_Mallinnusohjeet_OSA_1_Tietomallipohjainen_hanke_luonnos_2014_12_04.pdf. Hakupäivä 10.3.2015.

Rauhala, Teppo 2015. Mallipohjainen laadunvalvonta. Geofoor, nro 43. S. 15.

Sustainable building solution series. 2011. Eventbrite. Saatavissa:
<http://www.eventbrite.com/e/sustainable-building-solutions-series-bim-implementation-tickets-1827073827>. Hakupäivä 9.3.2015.

Tiehankkeiden mallipohjaisen suunnittelun hankinta. 2014. Liikennevirasto. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-20_tiehankkeiden_mallipohjaisen_web.pdf. Hakupäivä 10.3.2015.

Tietomallintaminen uudistaa infra-alan. 2014. InfraBIM. Saatavissa:
<http://www.infrabim.fi/tietomallintaminen-uudistaa-infra-alan/>. Hakupäivä 10.3.2015.

Virtanen, Juuso 2011. Väylähankkeen lähtötietomalli ja sen muodostaminen. Insinööritoimisto. Helsinki: Metropolia ammattikorkeakoulu.

Virtanen, Juuso 2012. InfraBIM tietomallivaatimukset ja –ohjeet, osa 2: Lähtötietomalli. Saatavissa:
http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/mallinnusohjeita/12_08_24_InfraBIM_Mallinnusvaatimukset_osa2_LUONNOS.pdf. Hakupäivä 10.3.2015.

3D-maaperämalli. GTK. Saatavissa:
http://projects.gtk.fi/maapera/tuotteet/3d_maaperamallit/. Hakupäivä 26.3.2015.

KYSELYTUTKIMUS MAAPERÄN MALLINTAMISESTA INFRA-ALALLA

Osa Oulun ammattikorkeakoulun yhdyskuntatekniikan opiskelijan opinnäyte-työtä.

1. Mikä tilanne teillä on maaperän mallintamisessa?
2. Jos olette käyttäneet, millaisissa kohteissa?/Jos ette ole käyttäneet, miksi ette?
3. Mitä mieltä olette mallintamisesta yleensä?
4. Mitä hyötyjä/haittoja näette mallintamisessa?
5. Mitä vaatimuksia on lähtötiedoille?
6. Miten käytännössä tapahtuu? Vastaavatko työvälineet ja ohjelmat käytännön tarpeita?
7. Miten tilaaja suhtautuu (aiheuttaako lisäkustannuksia)?
8. Onko maaperän mallintamiselle olemassa ohjetta?
9. Oletteko tehneet pohjarakennustoimenpiteiden mallintamista?

10. Olisiko teillä esimerkkikohteita, joista saada mallikuvia opinnäytetyötä varten?

11. Mitä muita ajatuksia teillä on mallintamisen suhteen?